428

INDUSTRIELLER PFLANZENBAU

Vortragsreihe

des 2. Symposiums für

Industriellen Pflanzenbau

Wien 1965

Band 11

VORSCHLÄGE ZUR INDUSTRIELLEN ERZEUGUNG VON CHAMPIGNONS

R. v. Sengbusch

Die Methoden des Champignonanbaus sind im Laufe der letzten Jahrhunderte empirisch entwickelt worden. Das Grundprinzip besteht darin, daß man Pferdemist oder andere organische Substanzen zum Vergären bringt. Der Pferdemist wird in etwa 1,5 m hohe und 2 m breite Haufen gesetzt. Ihm wird beim Umsetzen Kalk, schwefelsaures Ammoniak, Baumwollsaatmehl, Blutmehl u.a. je nach Art der Rezepte zugesetzt. Der Wassergehalt des Kompostes wird auf etwa 70 % eingestellt. In wenigen Tagen erhitzt sich das Material. Um die Vergärung weiter in Gang zu halten, werden die Haufen in regelmäßigen Abständen zwecks Belüftung umgesetzt. (Abb. 1). Während des Vergärens tritt eine Ammoniak- und Kohlensäureproduktion ein. Nach etwa 2-3 Wochen wird der Kompost bei 60° pasteurisiert. Die Pasteurisierung dauert etwa 5 Tage; sie dient der Entfernung des Ammoniaks und der Beseitigung tierischer Schädlinge. Anschließend an das Pasteurisieren erfolgt die Beimpfung mit Champignon-Mycel.

Das Champignon-Mycel wird von Spezialfirmen erzeugt. Sporen werden auf Agar zum Keimen gebracht und nach mehrfachem Beimpfen auf Weizen oder anderem Kornmaterial vermehrt. Diese sogenannte Brut stellt das Pflanzgut des Champignons dar.

Das Mycel durchspinnt das Nährsubstrat. Nach völligem Durchspinnen, etwa nach 3 Wochen, erfolgt das Decken mit Erde und nach weiteren 3 Wochen beginnt die Ernte.

Die Ernte kann 8 Wochen und mehr betragen. Nach Beendigung der Ernte wird der abgetragene Kompost entfernt.

Dieses Kulturverfahren des Champignongs birgt eine große Zahl von Fehlermöglichkeiten in sich und läßt einen schematischen Ablauf der einzelnen Vorgänge nicht zu, insbesondere deshalb nicht, weil die Kompostierung im Winter bei tiefen Temperaturen und im Sommer bei hohen Temperaturen unterschiedlich verläuft.

Als wir 1956 begannen, uns mit dem Champignon zu beschäftigen, stand von vornherein fest, daß das wesentlichste Ziel unserer Forschungsarbeiten die Schaffung einer quasi industriellen Methode des Champignonanbaues sein sollte.

Es gelang uns nicht, das bisherige Verfahren in die industrielle Form zu verwandeln.

Wir beschäftigten uns zunächst mit Fragen der Ernährung des Champignons und den Ursachen der Fruchtkörperbildung.

TILL konnte nachweisen, daß die Kultur des Champignons möglich ist, ohne daß das Nährsubstrat durch Bakterien umgeformt wird.

EGER beschäftigte sich mit der Frage, welche Rolle die Deckerde bei der Fruchtkörperbildung spielt. Sie konnte durch die klassisch gewordene Methode des Halbschalentestes zeigen, daß zwischen den Bakterien der Deckerde und der Fruchtkörperbildung Beziehungen bestehen, d.h. daß die Bakterien der Deckerde die Fruchtkörperbildung auslösen. EGER versuchte die Bakterienarten zu isolieren, die diese Wirkung hervorrufen und sie versucht weiter, die stofflichen Beziehungen zwischen Bakterien und Fruchtkörperbildung zu klären.

Diese beiden Erkenntnisse waren die Grundlage für ein Anbauverfahren des Champignons ohne Kompostierung. TILL hat sozusagen en miniature das industrielle Anbauverfahren entwickelt. Er mischte Stroh, Heuhäcksel und mehl, Baumwollsaatmehl bzw. Sojamehl, in einigen Fällen auch Torfmull mit Wasser, autoklavierte dieses Material, beimpfte es mit Champignon-Mycel und konnte zeigen, daß dieses Material in der Lage war, hohe Ernten zu produzieren (20-30 % des Nährsubstrates als Pilzertrag).

TILL konnte weiter zeigen, daß das abgetragene Nährsubstrat noch genügend Nährstoffe enthält. um eine 2. und unter Umständen noch eine 3. Pilzernte hervorzubringen. Durch Aufwerten des abgetragenen Nährsubstrates mit Baumwollsaatmehl gelingt es, auf dem abgetragenen Nährsubstrat volle Ernten zu erzielen. TILL hat die 1. Phase der Entwicklung des nach ihm benannten Verfahrens in der Größenordnung von etwa 10 kg Nährsubstratherstellung täglich verwirklicht.

Nach dem Tode von TILL haben LEMKE, HUHNKE und ich die Weiterführung der TILL'schen Arbeiten übernommen. Zur Realisierung der 2. Phase (100 kg Nährsubstrat täglich) wurde ein Laboratorium gebaut, das aus Vorbereitungsraum, Autoklaven, Impfraum und Anwuchsraum besteht. Dieses Laboratorium leitet Frl. LEMKE.

In der 2. Phase der Entwicklung werden Gefäße aus Polypropylen benutzt, in denen das Nährsubstrat autoklaviert wird. Es wird die beste Art der Beimpfung dieser Gefäße ausprobiert und die Methode der Kontrolle entwickelt. Die Kontrollmethoden beziehen sich auf alle Phasen der Nährsubstratherstellung, sämtliche Infektionsquellen und die Methoden der Herstellung vollsteriler Champignonbrut.

LEMKE hat ferner die verschiedensten Kombinationen und Zusammensetzungen des Nährsubstrates geprüft und eine Methode der Startdüngung durch Zugabe von Baumwollsaatmehl entwickelt. In der 2. Phase konnte gezeigt werden, daß bei guten Substraten und Einhaltung aller Sicherheitsmaßnahmen Erträge über 40 % des Nährsubstrates als Pilzerträge zu erzielen sind, maximal bis 50 %. (Abb. 2)

Nachdem beim Studium der 2. Phase der Entwicklung des TILL-Verfahrens gute Ergebnisse erzielt worden waren, wurde von HUHNKE mit der Entwicklung der 3. Phase begonnen. Zunächst wurden größere Maschinen für das Häckseln von Stroh, das Vermahlen von Stroh und das Mischen des Nährsubstrates mit Wasser beschafft (Abb. 3). Statt der 2 kg fassenden Polypropylengefäße wurden 5 kg fassende konstruiert

und hergestellt. Für den Transport der Kisten wurden Wagen konstruiert, die jeweils 30 Stück fassen. Die Anordnung erfolgt so, daß zum Impfen die Kisten nur vorgezogen zu werden brauchen. (Abb. 4 u. 5).

Statt eines Autoklaven mit 100 kg Fassungsvermögen wurden 2 Autoklaven mit einem Fassungsvermögen von je 6 cbm für jeweils 6 Wagen mit zusammen 180 Gefäßen pro Autoklav beschafft (Abb. 6). Für die Dampferzeugung braucht man hierfür einen Kessel mit einer Dampfleistung von 600 kg pro Stunde und einem Ölverbrauch von stündlich ca. 50 Litern (Abb. 7). Anschließend an die Autoklaven wurden die Impfräume gebaut mit entsprechenden Vorräumen, einer sterilen Belüftung und Einrichtungen für eine Massenbeimpfung (Abb. 8) und zur Aufnahme der beimpften Gefäße 4 Anwuchsräume, in die die Wagen mit den Kisten hineingefahren werden. Während der etwa 8 Wochen dauernden Anwuchszeit werden die Kisten in Abständen auf Fremdinfektionen kontrolliert. Nach totalem Durchwachsen wird nochmals eine Kontrolle durchgeführt und die Kisten, die keine Fremdinfektionen zeigen, ausgekippt, mit Baumwollsaatmehl als Startdüngung versehen und anschließend durch eine Mischmaschine zerkleinert und in Kisten gefüllt (abb. 9 u. 10). Das Decken erfolgt unmittelbar nach diesem Vorgang.

Nach dem Decken setzt dann das Einbringen in die normalen Kulturräume ein, in denen nach etwa 14 Tagen, d. h. nach einer sehr kurzen Zeit die Ernte beginnt (Abb. 11). Der durchschnittliche Ertrag aller Versuche eines Raumes hat bei den letzten 5 Kulturräumen 10 kg/m^2 von 50 kg Nährsubstrat erbracht, wobei die 10 besten Kästen einen Ertrag von 16 - 19 kg/m^2 ergeben haben, d. h. wenn alle Voraussetzungen erfüllt sind, die für das TILL-Verfahren erforderlich sind, dann sind hohe Erträge möglich. Der Durchschnittsertrag von 9 kg bei einem Ausschuß von etwa 25 % (Fremdinfektionen) zeigt, daß wir noch nicht alle Einzelheiten des Verfahrens vollkommen beherrschen. Studien über die Hauptfehlerquellen haben gezeigt, daß die Größe der Kisten die Hauptursache der Fremdinfektion sind. Wir werden in Zukunft gerade dem Problem der Kistenkonstruktion unsere Hauptaufmerksamkeit widmen.

Weitere Fehlerquellen bestehen bei der Herstellung vollkommen steriler, sauberer Brut. Eine Brut, die beim Ausschütten auf eine Petrischale keine Fremdinfektionen zeigt, kann trotzdem mit Bakterien infiziert sein. Es werden jetzt Methoden entwickelt, um auch diese Fehlerquellen auszuschalten. Bei der Entwicklung der 3. Phase des TILL-Verfahrens hat es sich gezeigt, daß es vor der Realisierung der industriellen Stufe unbedingt notwendig ist, sich mit den Problemen zu befassen, die aus einer Vergrößerung der einzelnen Vorgänge im Verhältnis von 1 : 10 beim Übergang von der 2. zur 3. Phase sich ergeben haben. Es besteht berechtigte Hoffnung, in 1-2 Jahren die Grundlagen für eine industrielle Anwendung dieses Verfahrens zu schaffen.

1962 begann ich mit der Bearbeitung züchterischer Probleme bei Fischen, speziell bei Karpfen. Es zeigte sich sehr bald, daß die Züchtung von Karpfen nicht möglich ist, ohne daß man die Kultur des

Karpfens, d.h. die Karpfenhaltung, voll in der Hand hat.

Die bisherige Haltung der Karpfen erfolgt in kleineren oder größeren Teichen, die so stark besetzt werden, daß das Naturfutter und das zugesetzte Kraftfutter sich etwa die Waage halten. Man rechnet etwa 1 kg Fisch auf 20 000 l Wasser, d.h. ein Verhältnis von 1 : 20 000. In den Breitenlagen Norddeutschlands laicht der Karpfen etwa im Mai. Die schlüpfenden Jungfische erreichen im ersten Sommer ein Gewicht von etwa 30 g. Im September, mit sinkender Wassertemperatur, erfolgt keine Zunahme mehr, im Gegenteil bis zum Mai des folgenden Jahres nehmen die Fische an Gewicht ab. In dem darauffolgenden Jahr mit Erwärmung des Wassers auf etwa 20° erfolgt dann wieder eine starke Gewichtszunahme im Laufe der Monate Juni, Juli, August und September. Bis September des 2. Jahres werden Gewichte von 300 - 500 g erreicht. Auch im 2. Winter erfolgt wieder eine Gewichtsabnahme und nach dem 3. Winter im Laufe des Sommers eine Gewichts zunahme auf 1-2 kg. Diese Fische sind dann im Frühjahr des 4. Jahres geschlechtsreif.
Bei Karpfenhaltung im Freien muß man demnach mit einem 4jährigen Vermehrungszyklus rechnen. Die Freilandhaltung hat demnach einmal den Nachteil, daß man die einzelnen Tiere nicht voll unter Kontrolle hat und zweitens daß der Vermehrungszyklus 4 Jahre beträgt. Um unsere Zuchtziele in möglichst kurzer Zeit zu realisieren, brauchen wir Haltungsmethoden, bei denen Karpfen schneller die Geschlechtsreife erreichen.

Laut Literatur ist die Haltung des Karpfens in Aquarien wohl möglich, aber es werden dabei keine Gewichtszunahmen erzielt und die Tiere erreichen auch nicht die Geschlechtsreife.

MESKE, SZABLEWSKI und ich haben uns der Haltung der Fische in Plastikgefäßen angenommen und konnten durch intensive Belüftung, Klärung des Wassers im Rahmen eines natürlichen Klärprozesses (nach Absinken der Schwebestoffe biologische Wasserreinigung durch Bakterientätigkeit) und einem intensiven Wasserumlauf zu guten Resultaten gelangen. (Abb. 12, 13, 14) Die Wassertemperatur wird zunächst bei uns auf 25° gehalten. Diese Wassertemperatur ermöglicht es, sowohl im Winter als auch im Sommer die gleichen Gewichtszunahmen zu erzielen. Besonders gute Gewichtszunahmen wurden dadurch erzielt, daß die tägliche Fütterungsdauer von 8 auf 15-16 Stunden erhöht wurde. Fische mit einem Gewicht von 30-500 g können bei einer solchen Fütterung wöchentlich Zunahmen von 25 % erreichen. Die Gewichtszunahmen der Fische mit rund 1500 g dürften ebenfalls über 10 % zu steigern sein. 10%ige Zunahmen wurden von uns bereits festgestellt. Das Fisch : Wasserverhältnis ist in unserem Fall jetzt auf 1 : 500 herabgesetzt. Das Verhältnis von Zunahmegewicht zu Futteraufnahme beträgt zwischen 1 :1 bis 1 :2, nur in ungünstigen Fällen liegt dieser Faktor über 1 : 2, d.h. daß man 1 kg Fischgewicht mit rund 2 kg Futter erzielen kann.

Wir haben erst im November des Jahres 1964 mit der Entwicklung dieser Karpfenhaltungsversuche begonnen, und zwar mit Fischen, die ein Ausgangsgewicht von 30 g und solchen, die ein Ausgangsgewicht von 150 g hatten. Diese Fische werden ab November in unseren Aqua-

rien gehalten und haben bis heute, d.h. im September, Gewichtszunahmen von 30 auf 600 und von 150 auf 1500 g erreicht (Abb. 15, 16, 17). Ob diese Karpfen bereits im Frühjahr 1966 ihre Geschlechtsreife erreichen werden, müssen wir abwarten. Wir haben aber feststellen können, daß wir wesentlich stärkere Gewichtszunahmen im Laufe eines Jahres erreichen können als es im "Freiland" möglich ist und daß zu hoffen ist, daß auch die Geschlechtsreife in kürzerer Zeit als im Freien erreicht werden wird.

Die kontrollierte Haltung von Karpfen in Aquarien gibt die Möglichkeit, eine Reihe von Studien durchzuführen. So kann man z.B. die Abhängigkeit der Gewichtszunahme in Abhängigkeit von der Temperatur, der Häufigkeit der Fütterung, die Futtermenge und die Futterart studieren. Man kann den Einfluß des pH-Wertes und andere Außenbedingungen in ihrer Wirkung prüfen und feststellen, welchen Einfluß die verschiedensten Faktoren auf die Geschlechtsreife haben. Eine besondere Bedeutung würde aber die Karpfenhaltung in Aquarien für das Studium der Prophylaxe und Therapie von Fischkrankheiten haben.

Wir entwickelten die Karpfenhaltung in Aquarien zunächst für züchterische Zwecke (Grätenlosigkeit, Leistung usw.) (Abb. 18 u. 19). Auf Grund der bisherigen positiven Ergebnisse scheint uns aber auch die Möglichkeit offen zu stehen, eine industrielle Karpfenhaltung in Aquarien zu realisieren. Erstens sind die Gewichtszunahmen im Verhältnis zum Futteraufwand günstig und zweitens ist die Dauer bis zur Erreichung der Geschlechtsreife wesentlich verkürzt. Ob der Aufwand für Investitionen und der Aufwand für die Haltung (Belüftung, Heizung, Pflege) in einem günstigen Verhältnis zum Ertrag stehen werden, ist noch nicht abzusehen. Eines ist jedoch sicher, daß in Gewächshäusern, auf denen Pflanzen auf Stellagen kultiviert werden, unter den Stellagen Winter und Sommer warmer, bisher ungenutzter Raum zur Verfügung steht, der sich für die industrielle Karpfenhaltung anbietet. Unsere Versuche werden demnach in 2 Richtungen fortgesetzt werden, einmal in der Richtung der Karpfenhaltung für züchterische Zwecke und einmal in der Richtung industrieller Karpfenhaltung für die Produktion von Konsumkarpfen. Man hat im Laufe der letzten Zeit die industrielle Haltung von Hühnern, Schweinen, Kaninchen und Puten realisiert. Vielleicht gelingt es auch einmal, die industrielle Haltung von Karpfen und anderen Süßwasserfischen zu erreichen.

Literaturverzeichnis

1. Eger, G.: Untersuchungen über die Funktion der Deckschicht bei der Fruchtkörperbildung des Kulturchampignons Psalliota bispora (Lge.). Archiv Mikrobiol. 39, 313-334 (1961).

2. Eger, G.: Der Halbschalentest in Wissenschaft und Praxis. Dtsch. Gartenbauwirtschaft 10, 15-17 (1962).

3. Huhnke, W., G. Lemke und R. v. Sengbusch: Die Weiterentwicklung des TILLschen Champignon-Kulturverfahrens auf nicht kompostiertem sterilem Nährsubstrat (Zweite Phase). Die Gartenbauwissenschaft 30 (12) Band, Heft 2 (1965).

4. Lemke, G.: Champignonkultur auf nicht kompostiertem Strohsubstrat mit "Startdüngung". Dtsch. Gartenbauwirtschaft 8, 167-169 (1963).

5. Till, O.: Wiederverwertung von abgetragenem Kompost zur Erhöhung der Rentabilität des Champignonanbaues. Dtsch. Gartenbauwirtschaft 10, 216-217 (1961).

6. Till, O.: Champignonkultur auf steriliertem Nährsubstrat. Dtsch. Gartenbauwirtschaft 10, 215-216 (1961).

1. Hoffbauer, C.: Über den Einfluß des Wasservolumens auf das Wachstum der Fische. Allg. Fischereiztg. N. F. 17, 103-104 (1902).

2. Langhans, V.: Der "Raumfaktor" in der praktischen Teichwirtschaft. Nachrichtenblatt für Fischzucht und Fischerei. Bd. 1, H. 6, 7 (1928).

3. Miaczyński, T. und E. Rudziński: Wzrost Karpi poczatkowo przetrzymanych w akwariach. (Das Wachstum von Karpfen, die einige Zeit lang in Aquarien gehalten wurden). Acta hydrobiol. (Krakau) 3, 165-174 (1961).

4. v. Sengbusch, R.: Fische "ohne Gräten". Der Züchter 33, 284-286 (1963).

5. v. Sengbusch, R., Ch. Meske und W. Szablewski: Beschleunigtes Wachstum von Karpfen in Aquarien mit Hilfe biologischer Wasserklärung. Experientia 1965 (im Druck).

Verzeichnis der Abbildungen

Abb. 1: Kompostierung des Nährsubstrates.

Abb. 2: Schema des TILL-Kulturverfahrens.

Abb. 3: Maschinen zur Herstellung des Substrates.

Abb. 4: Aufbereitung des Substrates und Einfüllen in Kisten.

Abb. 5: Transport der gefüllten Kisten in den Autoklaven.

Abb. 6: Autoklav.

Abb. 7: Dampferzeuger.

Abb. 8: Das Impfen.

Abb. 9: Herausholen der fertig durchsponnenen Kisten aus dem Anwuchsraum.

Abb. 10: Ausschütten der Kästen, Startdüngung mit Baumwollsaatmehl und Durchmischen und Einfüllen in Kästen.

Abb. 11: Beginn der Ernte.

Abb. 12: Schema der Wasserführung. Das aus den einzelnen Aquarien (A) abgeleitete Wasser wird zur biologischen Reinigung über das Belebtschlammbecken (S) geführt. Nach Passieren eines Überlaufs fließt es von dort durch drei Abklärbecken (K). Aus der anschließenden Zisterne (Z) wird es mit einer Tauchpumpe in den Verteiler (V) gepumpt, in dem die eingebaute Heizung (H) für Einhalten der gewünschten Wassertemperatur sorgt.

Abb. 13: Teilansicht der Anlage zur Karpfenhaltung.

Abb. 14: Zehn einjährige Karpfen (Gesamtgewicht 3650 g) gemeinsam im 40-Liter-Becken.

Abb. 15: Zunahme des durchschnittlichen Stückgewichtes der zweijährigen (K_2) und einjährigen (K_1) Karpfen in 40wöchiger Aquarienhaltung.

Abb. 16: Bei Aquarienhaltung erreichtes Gewicht von über 1,5 kg in gut einem Jahr. Die Kurve setzt sich aus den Gewichtszunahmen von drei Karpfen unterschiedlichen Alters zusammen.

Abb. 17: Gut zweijähriger Karpfen, der von 130 g am 25. 11. 1964 auf 1535 g Gewicht am 6. 9. 1965 herangewachsen ist.

Abb. 18: Ausschnittbild eines 30 cm langen Karpfens von 600 g. Die Zwischenmuskel-Gräten - ca. 100 Stck. pro Fisch - sind deutlich zu erkennen.

Abb. 19: Ausschnittbild eines 40 cm langen Kabeljaus von 850 g. Der Kabeljau hat keine Zwischenmuskelgräten.

Till-Kulturmethode / 2.Phase

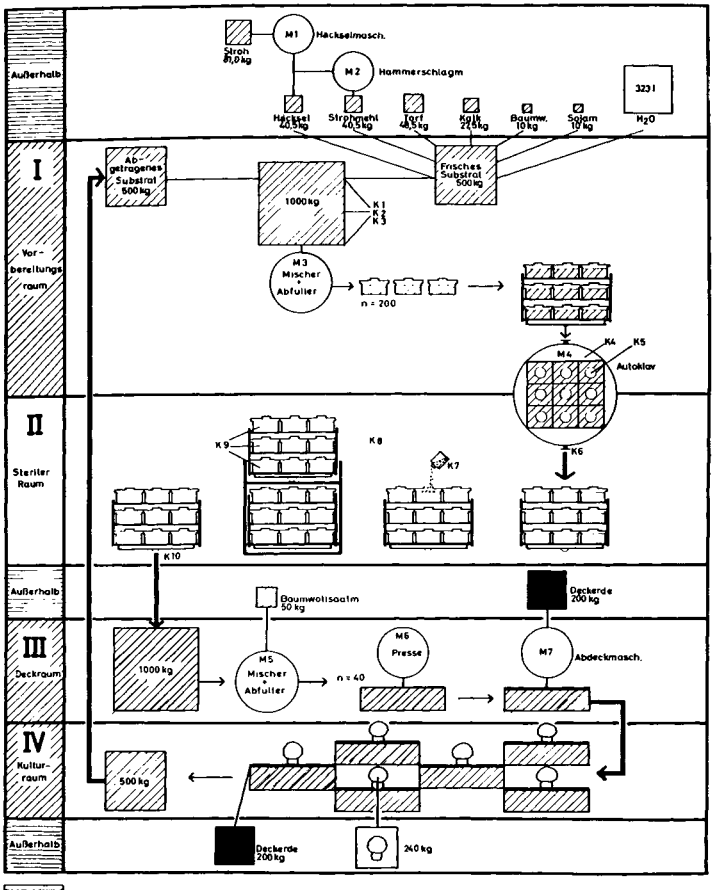


Bild 2

Bild 1

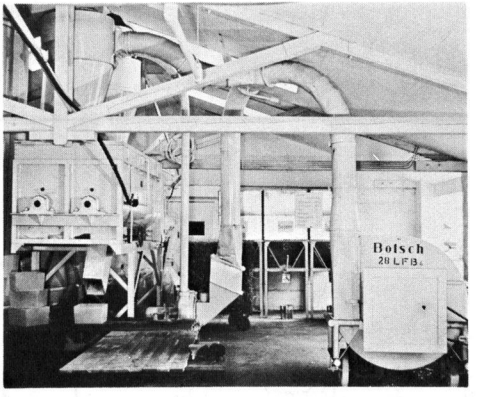


Bild 3

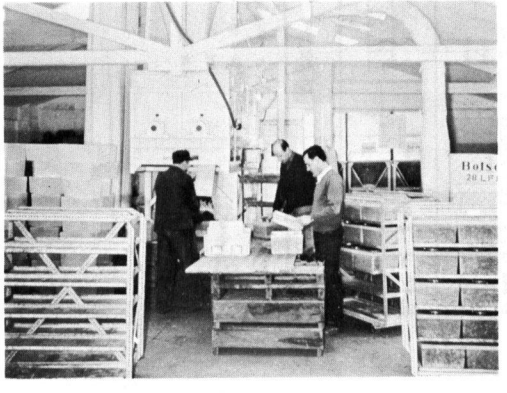


Bild 4

Bild 5

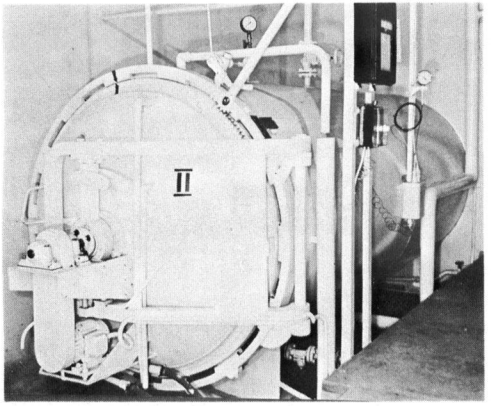


Bild 6

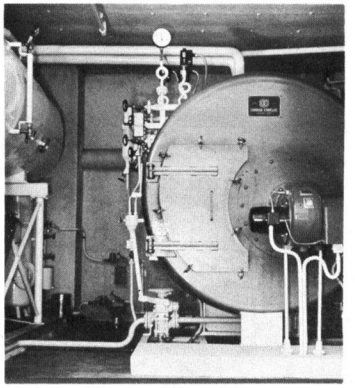


Bild 7

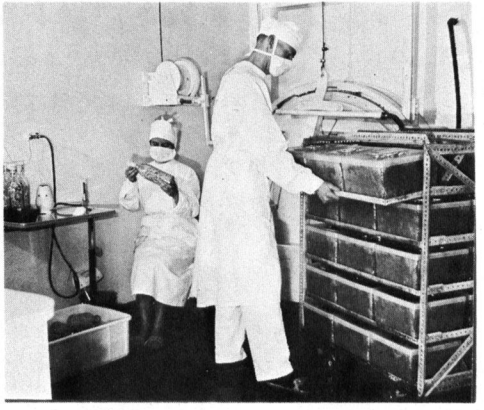


Bild 8

Bild 9

Bild 10

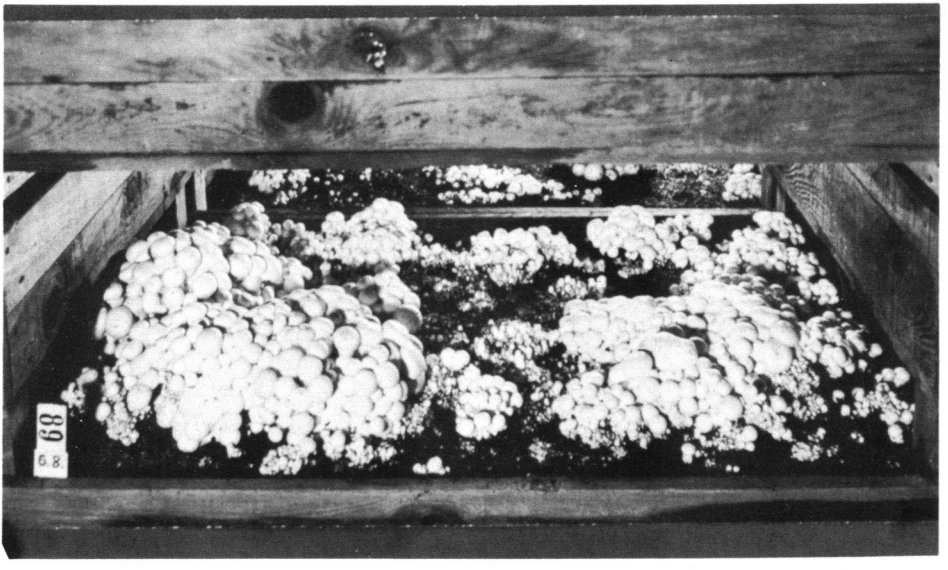


Bild 11

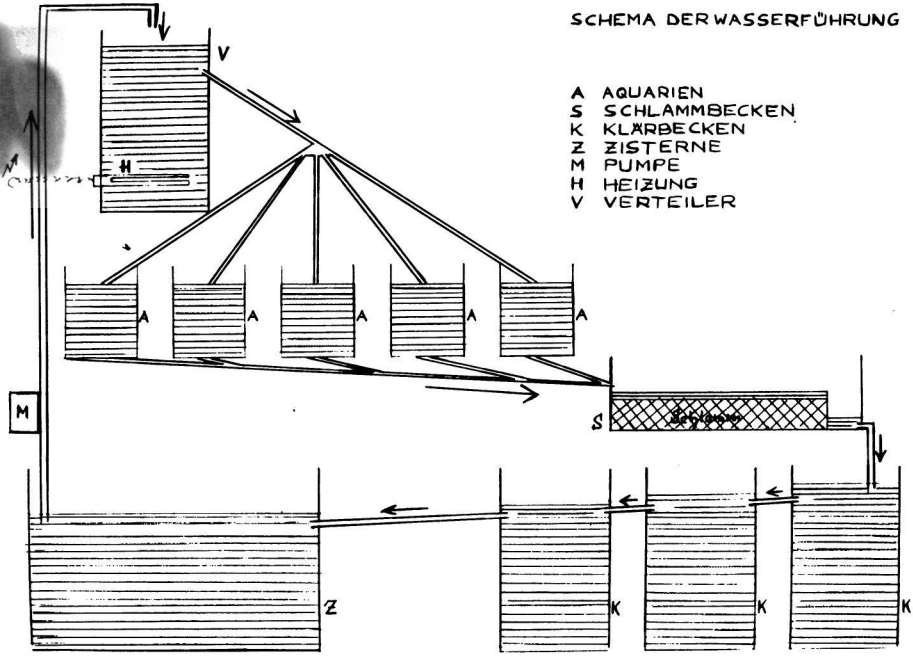


Bild 12

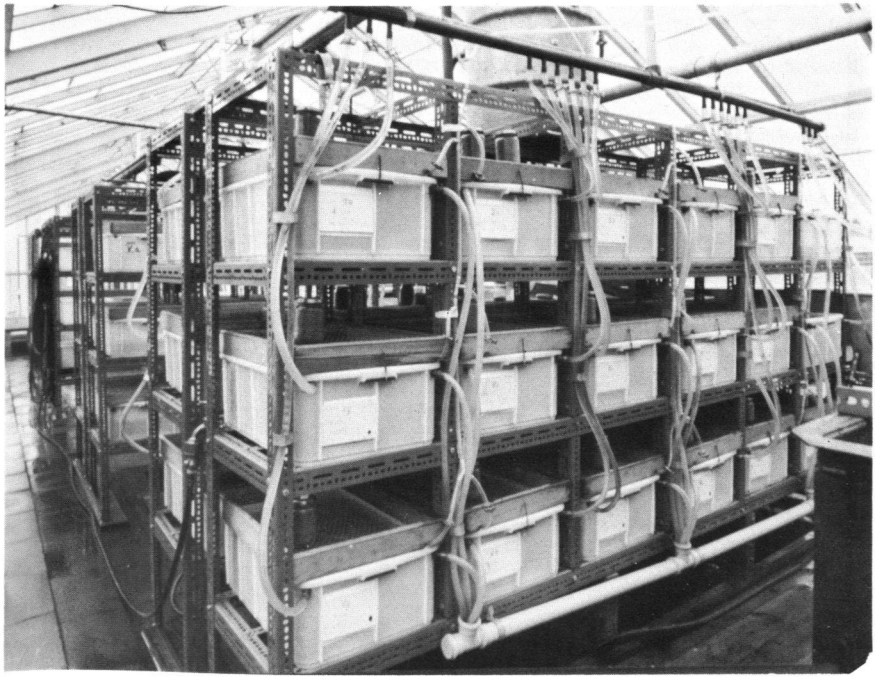


Bild 13

Bild 14

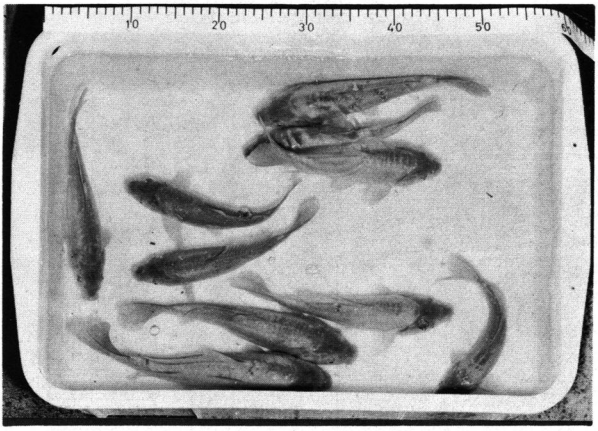
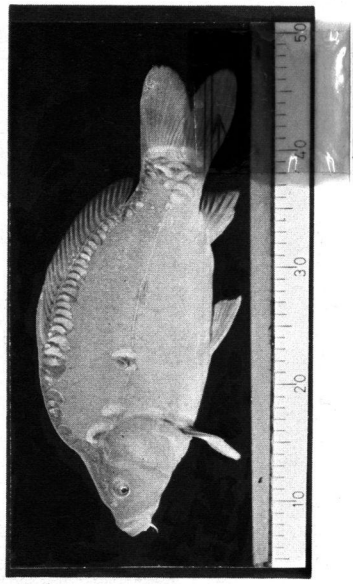


Bild 17



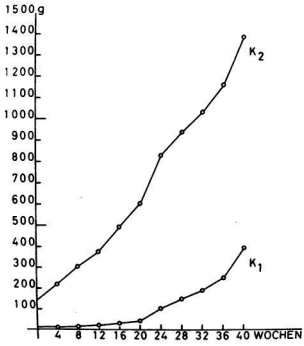
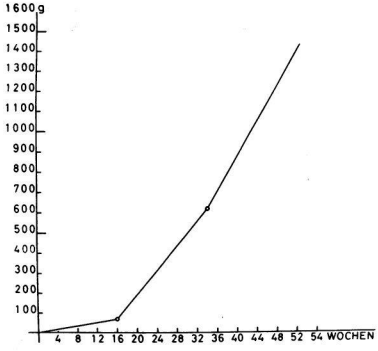


Bild 15

Bild 16



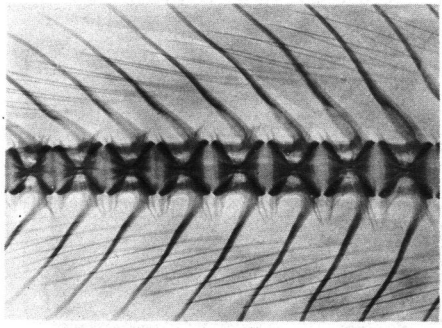


Bild 18

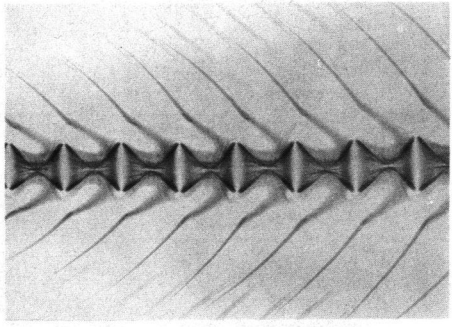


Bild 19